

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



(19) Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) EP 0 988 906 A3

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(88) Veröffentlichungstag A3:  
20.09.2000 Patentblatt 2000/38

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: **B21D 39/02**

(43) Veröffentlichungstag A2:  
29.03.2000 Patentblatt 2000/13

(21) Anmeldenummer: 99116335.3

(22) Anmeldetag: 19.08.1999

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 05.09.1998 DE 19840617

(71) Anmelder: DaimlerChrysler AG  
70567 Stuttgart (DE)

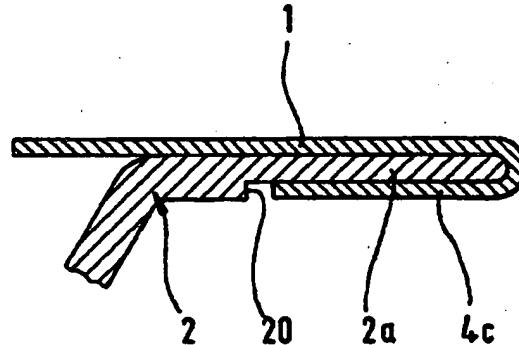
(72) Erfinder: Klamser, Martin, Dr.  
71120 Grafenau (DE)

(54) **Falzverbindung zwischen einem Aussenblech und einem Innenblech**

(57) Falzverbindung zwischen einem Außenblech und einem Innenblech, wobei das Außenblech einen ungebogenen, an einer ersten Seite des Innenbleches anliegenden Abschnitt und einen eine Kante des Innenbleches umgebenden Biegeabschnitt aufweist, wobei der Biegeabschnitt einen ersten, sich an den ungebogenen Abschnitt anschließenden, einen Biegeradius aufweisenden Teilabschnitt, einen sich an den ersten Teilabschnitt anschließenden zweiten Teilabschnitt,

welcher zusammen mit dem ungebogenen Bereich einen Winkel einschließt, dessen Scheitelpunkt in dem Bereich des ersten Teilabschnitts liegt, und einen sich an den zweiten Teilabschnitt anschließenden dritten Teilabschnitt, der im wesentlichen parallel zu dem ungebogenen Bereich des Außenbleches verläuft und an einer zweiten Seite des Innenbleches anliegt, aufweist.

**Fig. 3**



EP 0 988 906 A3



Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 99 11 6335

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.)
X	EP 0 525 759 A (TRIENGINEERING) 3. Februar 1993 (1993-02-03) * Spalte 1, Zeile 11-51; Abbildungen 8,9 *	1,2 3-7 8	B21D39/02
Y	DE 196 20 196 A (AUDI AG) 27. November 1997 (1997-11-27) * Spalte 1, Zeile 39-45 * * Spalte 1, Zeile 65-67 *	3-5	
Y	DE 41 16 834 A (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) 26. November 1992 (1992-11-26) * Spalte 1, Zeile 37-45; Abbildungen 1,3 *	6,7	
RECHERCHIERTE SACHGEIMETE (Int.Cl.)			
B21D			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
MÜNCHEN	26. Juli 2000	Ash, R	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : wissenschaftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument S : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 99 11 6335

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Orientierung und erfolgen ohne Gewähr.

26-07-2000

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0525759 A	03-02-1993	JP 2064017 C JP 5038535 A JP 7090299 B DE 69200577 D DE 69200577 T US 5267387 A US 5224253 A	24-06-1996 19-02-1993 04-10-1995 01-12-1994 01-06-1995 07-12-1993 06-07-1993
DE 19620196 A	27-11-1997	DE 59700908 D WO 9744147 A EP 0907431 A ES 2140239 T	27-01-2000 27-11-1997 14-04-1999 16-02-2000
DE 4116834 A	26-11-1992	KEINE	



(19)

Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 988 906 A2

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
29.03.2000 Patentblatt 2000/13

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: B21D 39/02

(21) Anmeldenummer: 99116335.3

(22) Anmeldetag: 19.08.1999

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 05.09.1998 DE 19840617

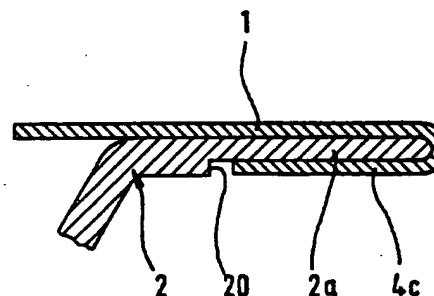
(71) Anmelder: DaimlerChrysler AG  
70567 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder: Klamser, Martin, Dr.  
71120 Grafenau (DE)

### (54) Falzverbindung zwischen einem Aussenblech und einem Innenblech

(57) Falzverbindung zwischen einem Außenblech und einem Innenblech, wobei das Außenblech einen ungebogenen, an einer ersten Seite des Innenbleches anliegenden Abschnitt und einen eine Kante des Innenbleches umgebenden Biegeabschnitt aufweist, wobei der Biegeabschnitt einen ersten, sich an den ungebogenen Abschnitt anschließenden, einen Biegeradius aufweisenden Teilabschnitt, einen sich an den ersten Teilabschnitt anschließenden zweiten Teilabschnitt, welcher zusammen mit dem ungebogenen Bereich einen Winkel einschließt, dessen Scheitelpunkt in dem Bereich des ersten Teilabschnitts liegt, und einen sich an den zweiten Teilabschnitt anschließenden dritten Teilabschnitt, der im wesentlichen parallel zu dem ungebogenen Bereich des Außenbleches verläuft und an einer zweiten Seite des Innenbleches anliegt, aufweist.

Fig. 3



EP 0 988 906 A2

## Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Falzverbindung zwischen einem Außenblech und einem Innenblech, insbesondere für Kraftfahrzeuge.

[0002] Stahlbleche weisen eine wesentlich höhere Bruchdehnung als beispielsweise Bleche aus Aluminiumlegierungen auf. AlMg0,4Si1,2-Außenhautlegierungen für Kraftfahrzeuge weisen z.B. Bruchdehnungen von etwa 22% auf. Stahlbleche können daher, verglichen mit Blechen aus Aluminiumlegierungen, mit wesentlich kleinerem Falzaußenumradius gefalzt werden. Typischerweise erzielbare Falzaußenumradien bei Stahlblechen liegen in der Größenordnung des 1,45-fachen der Blechdicke.

[0003] Durch die bei Aluminiumlegierungen und anderen Legierungen vergleichbarer Bruchdehnung herkömmlicherweise auftretenden größeren Falzaußenumradien ergeben sich große Bauteildicken sowie große Rundungen an den Bauteilkanten. Dies führt bei dem Einsatz derartiger Werkstoffe an der Kraftfahrzeug-Außenhaut zu optisch sehr breiten Spalten bzw. Lichtkanten. Es ist jedoch wünschenswert, derartige Spalte in der Außenhaut möglichst klein auszubilden.

[0004] Es ist beispielsweise bekannt (siehe beispielsweise Mnif Jamal, Untersuchungen über das Falzen (180° Biegen) von Aluminiumblechen. Abschlußbericht zum Forschungsvorhaben EFB/AiF 8077 am Institut für Umformtechnik der Universität Stuttgart, 1993; oder Wolff, N.P.: Interrelation between Part and Die Design for Aluminium Auto Body Panels. SAE Paper No. 780 392, Detroit, 1978)), daß bei Aluminiumblechen der Legierung AlMg0,4Si1,2 einer Dicke von 1,25 mm zum Abkanten ein Mindestradius von 3,2 mm, d.h. etwa dem 2,5-fachen der Blechdicke notwendig ist. Kleinere Abkantradien führen zu starken Oberflächenaufrauhungen und Rissen. Zum anschließenden Falzen ist dann ein sogenannter "relieved Flachfalz" mit einem Außenradius von etwa dem 1,75-fachen der Blechdicke oder ein Tropfenfalz mit einem Außenradius von etwa dem 2,0-fachen der Blechdicke notwendig. Derartige Falzungen weisen jedoch eine relativ geringe Klemmkraft zwischen den aneinandergefalzten Teilen auf, so daß zur Gewährleistung einer dauerhaft stabilen Verbindung zusätzliche Maßnahmen erforderlich sind.

[0005] Ein Verfahren zum Herstellen einer Falzverbindung zwischen einem Außenblech, welches insbesondere ein Aluminiumblech sein kann, und einem Innenblech einer Kraftfahrzeugtür ist aus der DE 44 45 579 C1 bekannt. Dort wird ein später umzufaltender Randbereich des Außenbleches zunächst gestreckt und auf eine geringere Wandstärke gebracht, bevor der Falzvorgang eingeleitet wird. Dieses Verfahren wird als sehr aufwendig angesehen, da vor dem eigentlichen Falzen eine eine sehr genaue Werkzeugführung erfordernde Streckung des Bleches durchgeführt werden muß.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist die Schaffung einer Falzverbindung, mit der auch bei Verwendung von Blechen aus Aluminiumlegierungen oder Legierungen vergleichbarer Bruchdehnung scharfkantige Falzaußenumradien ohne die Gefahr von Materialaufrauhungen und Rissen erzielbar sind.

[0007] Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Falzverbindung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1.

[0008] Erfindungsgemäß ist eine Falzverbindung zur Verfügung gestellt, welche auch bei Verwendung von Aluminiumlegierungen oder Legierungen vergleichbarer Bruchdehnung die Ausbildung geschmeidiger Bauteilkanten bzw. Falzkanten ohne Aufrauhungen und Risse gewährleistet. Die erfindungsgemäße Falzverbindung ermöglicht die Ausbildung einer schmalen Lichtkante, d.h. eines kleinen optischen Spaltes, zwischen zwei mit der erfindungsgemäßen Falzverbindung ausgebildeten Bauteilen. Durch den erfindungsgemäß herstellbaren kleineren Biegeradius ist eine größere Klemmkraft zur Fixierung eines Außenbleches an einem Innenblech bereitstellbar. Die erfindungsgemäße Falzverbindung ist beispielsweise bei Aluminiumblechen ohne die Notwendigkeit einer Nachbehandlung herstellbar.

[0009] Zweckmäßigerweise ist der zweite Teilabschnitt des Biegeabschnitts im wesentlichen geradlinig verlaufend ausgebildet. Eine derartige Ausgestaltung ist mit relativ einfach geformten, und daher preiswert herstellbaren Werkzeugen realisierbar.

[0010] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das Außenblech aus einer Aluminiumlegierung, insbesondere aus AlMg0,4Si1,2 oder einer anderen naturharten Aluminiumlegierung, hergestellt. Derartige Legierungen weisen ein geringes Gewicht auf und finden im Automobilbau bevorzugt Anwendung.

[0011] Zweckmäßigerweise ist das Innenblech als gezogenes Blechteil, insbesondere aus einer Stahl-, Magnesium- oder Aluminiumlegierung, oder als Gußteil, insbesondere als Magnesium- oder Aluminiumdruckgußteil, ausgeführt.

[0012] Es ist bevorzugt, daß das Außenblech eine Dicke von 1 bis 1,5 mm, insbesondere 1,25 mm, und das Innenblech eine Dicke von 1,8 mm oder größer, insbesondere von 2 mm oder größer, aufweist. Derartige Blechstärken finden im Automobilbau breite Verwendung, da sie bei relativ geringem Gewicht eine ausreichende mechanische Festigkeit aufweisen.

[0013] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Falzverbindung, für die selbständiger Schutz begehrt wird, weist das Innenblech in einem Randabschnitt, welcher im wesentlichen dem Biegeabschnitt des Außenbleches gegenüberliegt, eine geringere Dicke auf als außerhalb dieses Bereiches.

[0014] Mit dieser Maßnahme sind die erzielbaren Biegeradien gegenüber dem Stand der Technik noch weiter verkleinerbar.

[0015] Zweckmäßigerweise ist der Randabschnitt mittels einer in dem Innenblech ausgebildeten Stufe

begrenzt. Eine derartige Stufe ist in einfacher Weise in ein Blech einbringbar.

[0016] Zweckmäßigerweise entspricht der für die Abkantung und das Vorfalzen gewählte Biegeradius des Außenbleches etwa dem 2,5 bis 4-fachen, vorzugsweise dem 2,8 bis 3,4-fachen der Dicke des Außenbleches. Durch diese Maßnahme wird die Biegebeanspruchung des für das Außenblech verwendeten Werkstoffes reduziert bzw. relativ klein gehalten, so daß der Werkstoff anschließend in besonders günstiger Weise weiter umformbar oder falzbar ist bzw. weitere sogenannte Umformreserven aufweist.

[0017] Vorteilhafterweise entspricht der Biegeradius nach der Reduzierung des Falzradius etwa dem 1,3 bis 1,7-fachen, insbesondere dem 1,5-fachen der Dicke des Außenbleches.

[0018] Zweckmäßigerweise werden die Verfahrensschritte Falzen des Außenbleches und Reduzierung des Falzradius des Außenbleches mittels eines im wesentlichen winkelförmigen Falzwerkzeugs durchgeführt, dessen den Teilabschnitt 4b des Biegeabschnitts 4 des Außenbleches beaufschlagender Bereich bezüglich des ungebogenen Bereiches des Außenbleches unter dem Winkel  $\alpha$  verläuft. Hierdurch ist die erfindungsgemäße Falzverbindung in einfacher Weise herstellbar.

[0019] Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung werden nun anhand der beigefügten Zeichnung im einzelnen beschrieben. In dieser zeigt bzw. zeigen:

Fig. 1 eine schematische Seitenansicht einer Werkzeuganordnung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zu Beginn des Vorfalzens des Außenbleches,

Fig. 2 a bis d schematische Seitenansichten einer Werkzeuganordnung während des Falzens und der Reduzierung des Biegeradius des Außenbleches, wobei in Fig. 2d eine erste bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Falzverbindung dargestellt ist, und

Fig. 3 eine zweite bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Falzverbindung in seitlicher Ansicht.

[0020] In den Fig. 1 bis 2d sind die erfindungsgemäß aufeinanderfolgenden Schritte zur Herstellung einer Falzverbindung, beispielsweise für die Tür eines Kraftfahrzeugs, dargestellt.

[0021] Ein bereits abgekantetes Außenblech 1 mit einem Abkantflansch bzw. Steg (im folgenden als Biegeabschnitt 4 bezeichnet) und einem ungebogenen Abschnitt 3 liegt auf einer Auflageplatte 13 auf und wird von einer Gegenhalteplatte 14 festgehalten. Die Abkan-

tung des Außenbleches 1 kann beispielsweise mittels eines (nicht dargestellten) Stempels erfolgen. Der Abkantaußenradius bzw. Biegeradius  $r_a$  entspricht etwa dem 2,8 bis 3,4-fachen der Dicke  $t$  des Außenbleches 1. Bei einer Blechdicke  $t$  von 1,25 mm führt diese Bedingung zu einem Biegeradius von 3,5 bis 4,25 mm.

[0022] Anschließend wird der Biegeabschnitt 4 mittels einer Vorfalzplatte 7, welche eine Einlauffläche 7a mit einem Radius  $R_V$ , der etwa dem 6-fachen der Blechdicke  $t$  entspricht, auf einen Biegewinkel von 135° angekippt. Dieser Zustand ist in Fig. 2a dargestellt, wobei in dieser Figur das abgekantete Außenblech 1 bereits zusammen mit einem Innenblech 2 zwischen der Auflageplatte 13 und der Gegenhalteplatte 14 eingespannt ist. Bei der Anordnung der Fig. 2 ist ferner die Vorfalzplatte 7 durch ein winkelförmiges Falzwerkzeug bzw. eine Fertigfalzplatte 5 ersetzt, mittels derer der weitere Falzvorgang durchgeführt wird.

[0023] Bei Einwirkung der Fertigfalzplatte auf den Biegebereich 4 wird dessen Endabschnitt 4c weiter umgebogen, so daß er bezüglich des ungebogenen Abschnitts 3 des Außenbleches 1 in einem Winkel von etwa 180° verläuft (Fig. 2b). Hierdurch ergibt sich ferner ein sich an den ungebogenen Bereich anschließender Biegeradiusabschnitt 4a. Während dieser Umformung liegt eine reine Biegebeanspruchung des Biegebereichs 4 vor. Der Biegeradius  $r_a$  entspricht im wesentlichen dem Biegeradius  $r_a$  beim Abkanten, so daß im weiteren Verlauf der Umformung eine Radiusreduzierung durchgeführt werden muß.

[0024] Diese Radiusreduzierung stellt eine Stauchbeanspruchung des Biegeabschnitts 4 dar, in deren Verlauf sich der Radius  $r_a$  verkleinert und sich die Innenkante des Biegeabschnitts 4 an das Innenblech 2 anlegt (Fig. 2c). Schreitet die Umformung aufgrund tangentialer Druckspannungen weiter fort, entsteht ein Materialüberschuß im Radiusbereich bzw. Biegeabschnitt 4, welcher zu einer Verlängerung des Biegeabschnitts 4 führt. Gleichzeitig wird aber auch Material in den Biegebereich 4 verdrängt und stößt gegen einen seitlichen Anschlag der Fertigfalzplatte 5. Hierdurch werden zusätzlich radiale Druckspannungen induziert.

[0025] Die Fertigfalzplatte 5 weist einen bezüglich des ungebogenen Abschnitts des Außenbleches 1 schräg verlaufenden Abschnitt 5a auf. Diese Abschnitt 5a beaufschlagt während des in Fig. 2b bis 2d dargestellten Fertigfalzvorgangs den Biegebereich 4 des Außenbleches 1, so daß sich zwischen dem Endabschnitt 4c und dem Biegeradiusabschnitt 4a ein Abschnitt 4b ergibt, der entsprechend dem Abschnitt 5a der Fertigfalzplatte 5 schräg verläuft. Es ergibt sich insgesamt eine keilförmige Geometrie der erfindungsgemäßen Falzverbindung, wie sie in Fig. 2d dargestellt ist.

[0026] Es konnte in Versuchen gezeigt werden, daß die Falzaußenradien frei ausbilden und nicht in die Fertigfalzplatte eingearbeitet sein müssen. Beispielsweise kann die Fertigfalzplatte 5 mit oder ohne Anschlagschulter 10 ausgebildet sein, welche in Fig. 2a gestri-

cheilt umrandet ist. Bei Verwendung einer Fertigfalzplatte 5 mit Anschlagschulter 10 wird das Bau teilmaß durch die Anschlagschulter festgelegt. Mittels der Anschlagschulter 10 werden zusätzlich zu auftretenden tangentialen Druckspannungen auch radiale Druckspannungen in das Außenblech 1 eingeleitet, wodurch sich die Beanspruchung des Außenbleches am Falz bzw. Biegebereich verringert. Hierdurch ist eine Verbesserung der Oberflächenqualität des gefalzten Außenbleches erzielbar. Ohne Anschlagschulter 10 ergibt sich ein freies Ausformen der Falzaußenkontur und eine Vergrößerung der Falzlänge um etwa 0,2 mm.

[0027] In Fig. 3 ist eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Falzverbindung dargestellt, mit der eine Verkleinerung des Falzradius im Vergleich zu herkömmlichen Falzverbindungen möglich ist. Hierbei ist das dickwandige Innenblech 2 mit einer Stufe 20 ausgebildet, so daß sich ein Randabschnitt 2a des Innenbleches 2 geringerer Dicke ergibt, auf den der Biegeabschnitt (Teilabschnitt 4c) des Außenbleches 1 auflegbar ist. Es wäre im Sinne dieser Ausführungsform ebenfalls möglich, zum Abbau auftretender Spannungskonzentrationen die Stufe 20 abgerundet bzw. kontinuierlich auszubilden.

#### Patentansprüche

1. Falzverbindung zwischen einem Außenblech (1) und einem Innenblech (2), wobei das Außenblech (1) einen ungebogenen, an einer ersten Seite des Innenbleches (2) anliegenden Abschnitt (3) und einen eine Kante des Innenbleches (2) umgebenden Biegeabschnitt (4) aufweist, dadurch gekennzeichnet,

daß der Biegeabschnitt (4) einen ersten, sich an den ungebogenen Abschnitt (3) anschließenden, einen Biegeradius ( $r_a$ ) aufweisenden Teilabschnitt (4a), einen sich an den ersten Teilabschnitt (4a) anschließenden zweiten Teilabschnitt (4b), welcher zusammen mit dem ungebogenen Bereich (3) einen Winkel ( $\alpha$ ) einschließt, dessen Scheitelpunkt in dem Bereich des ersten Teilabschnitts (4a) liegt, und einen sich an den zweiten Teilabschnitt (4b) unmittelbar anschließenden dritten Teilabschnitt (4c), der parallel zu dem ungebogenen Bereich (3) des Außenbleches (1) verläuft und an einer zweiten Seite des Innenbleches (2) anliegt, aufweist.

2. Falzverbindung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Teilabschnitt (4b) des Biegeabschnitts (4) im wesentlichen geradlinig verläuft.

3. Falzverbindung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Außenblech

(1) aus einer Aluminiumlegierung, insbesondere aus AlMg0,4Si1,2 oder einer anderen naturharten Aluminiumlegierung, hergestellt ist.

5 4. Falzverbindung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Innenblech (2) als gezogenes Blechteil, insbesondere aus einer Stahl-, Magnesium- oder Aluminiumlegierung, oder als Gußteil, insbesondere als Magnesium- oder Aluminiumdruckgußteil, ausgeführt ist.

10 5. Falzverbindung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Außenblech (1) eine Dicke von 1 bis 1,5 mm, insbesondere 1,25 mm, und das Innenblech (2) eine Dicke von 1,8 mm oder größer, insbesondere von 2 mm oder größer, aufweist.

15 20 6. Falzverbindung nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 oder einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Innenblech (2) in einem Randabschnitt (2a), welcher im wesentlichen dem Biegeabschnitt (4) des Außenbleches (1) gegenüberliegt, eine geringere Dicke aufweist als außerhalb dieses Bereiches (4).

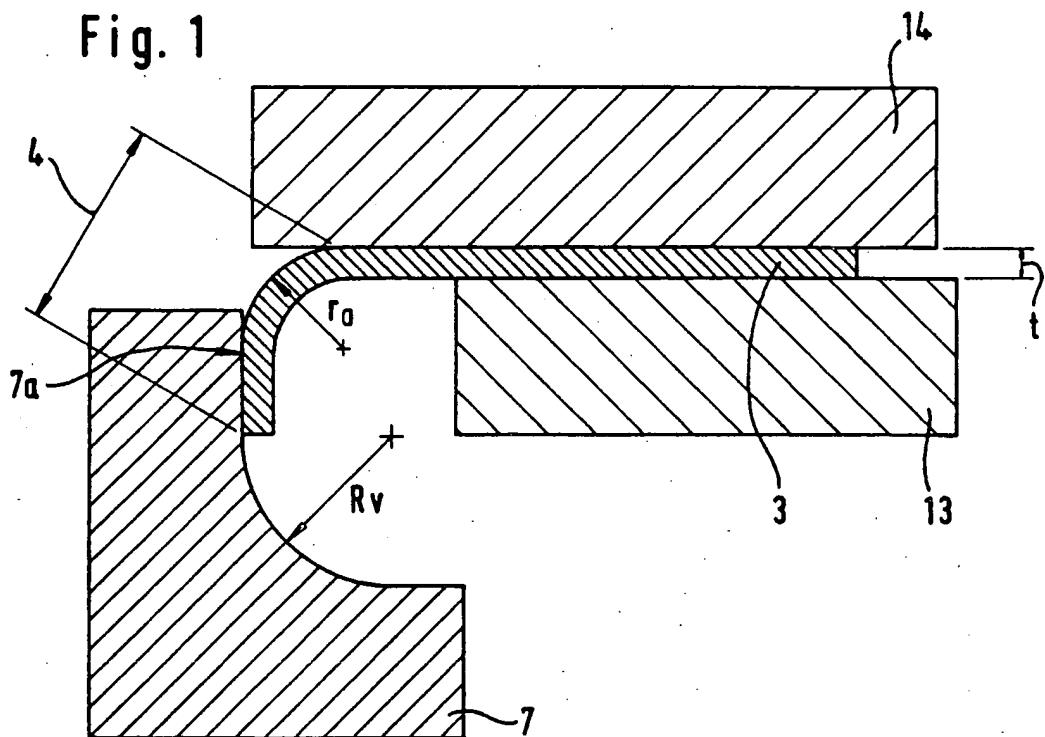
25 7. Falzverbindung nach Anspruch 6, gekennzeichnet durch eine den Randabschnitt (2a) des Innenbleches (2) begrenzende Stufe (20).

30 8. Verfahren zur Herstellung einer Falzverbindung zwischen einem Außenblech (1) und einem Innenblech (2), mit folgenden Schritten:

35 40 45 50 55

- Einspannen des Außenbleches (1) und des Innenbleches (2) zwischen einer Auflageplatte (13) und einer Gegenhalteplatte (14),
- Abkantung und Umbiegen des Außenbleches (1) unter Aufrechterhaltung eines Biegeradius, welcher etwa dem 2,8 bis 3,4fachen seiner Dicke entspricht, um das Innenblech zum Erhalt eines Biegebereiches (4), dessen Endabschnitt 4c, bezüglich des ungebogenen Abschnitts (3) des Außenbleches (1) in einem Winkel von etwa 180° verläuft,
- Reduzierung des Biegeradius unter Anlegung der Innenkante des Endabschnitts (4c) des Biegeabschnitts (4) an das Innenblech (2), so daß das Außenblech das Innenblech insgesamt keilförmig umgibt.

Fig. 1



$$R_v = 6t \text{ (nach N.P. Wolff)}$$

Fig. 3

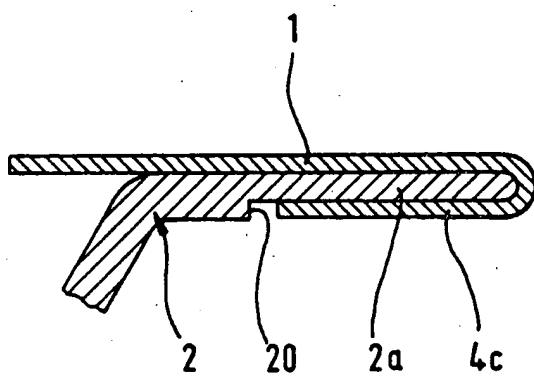
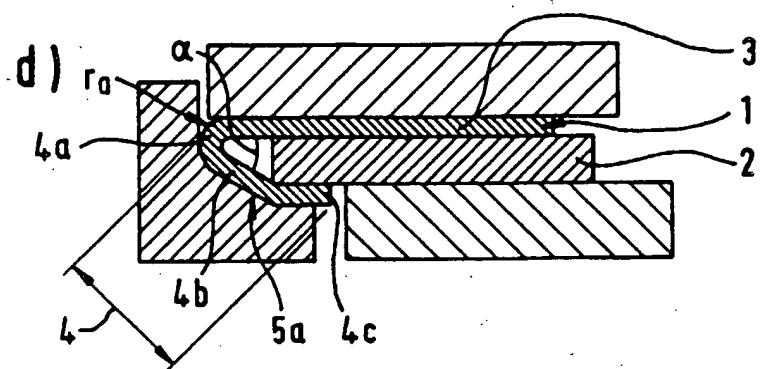
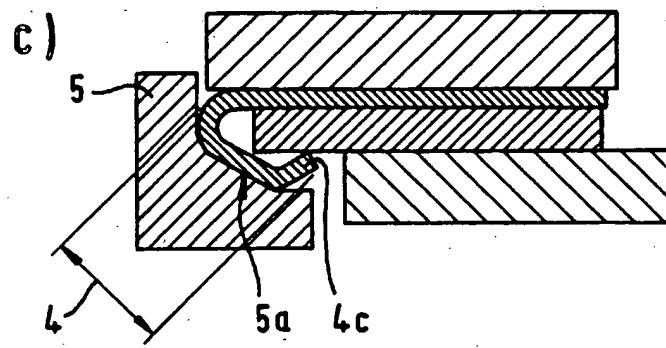
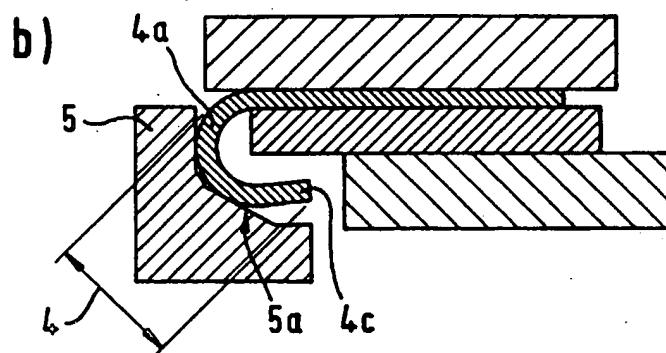
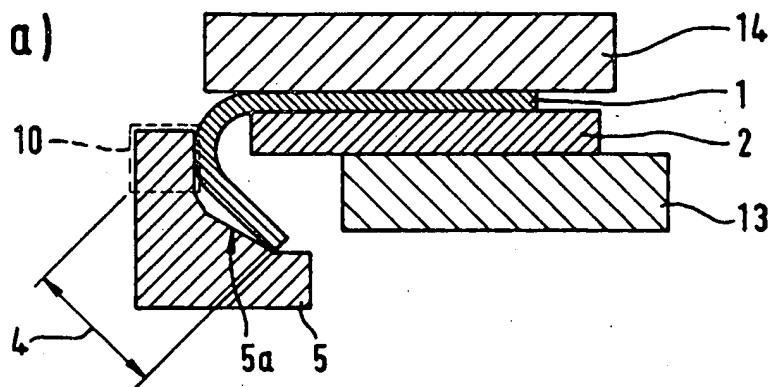


Fig. 2 a)



**EUROPEAN PATENT APPLICATION****FOLDED SEAM CONNECTION BETWEEN  
AN OUTER METAL SHEET AND AN INNER METAL SHEET**

Folded seam connection between an outer metal sheet and an inner metal sheet, whereby the outer metal sheet has an unbent section resting on a first side of the inner metal sheet, and has a bending "first cut" enveloping an edge of the inner metal sheet, whereby the bending first cut has a first partial section adjoining the unbent section of a certain bending radius, a second partial section following the first partial section, which together with the unbent area forms an angle whose apex lies in the area of the first partial section, and a third partial section following the second partial section, which runs basically parallel to the unbent area of the outer metal sheet and rests on a second side of the inner metal sheet.

**DESCRIPTION**

[0001] The present invention concerns a folded seam connection between an outer metal sheet and an inner metal sheet, in particular for motor vehicles.

[0002] Steel sheets have a considerably greater elongation at rupture than, for instance, sheets made of aluminum alloys for motor vehicles. AlMgO,4Si1.2 outer-skin alloys for motor vehicles, for example, have elongations at rupture of approx. 22%. Compared to sheet metal made of aluminum alloys, sheet metal made of steel can therefore be folded with considerably smaller outer folding radii. The typically attainable outer folding radii in steel sheets are 1.45 times the thickness of the sheet.

[0003] The greater outer folding radii commonly found in aluminum alloys and other alloys of comparable elongation at rupture result in large component thicknesses as well as big curvatures on component edges. Using such materials on the outer skin of vehicles leads to optically very wide gaps or see-through edges. It is, however, desirable that such gaps in the outer skin are as small as possible.

[0004] It is known (see, for example, Mnif Jamal, Investigation regarding the folding (180° bending) of aluminum sheets. Final report of research project EFB/AiF 8077 at the Institute for Deformation Technology at the Stuttgart University, 1993; or Wolff, N.P. "Interrelation between Part and Die Design for Aluminum Auto Body Panels. SAE Paper No. 780 392, Detroit, 1978) that sheets made of alloy AlMgO, 4Si1.2 at a thickness of 1.25 mm require a minimum radius of 3.2 mm for edging, i.e., approx. 2.5 times the sheet thickness. Smaller edging radii lead to strong surface roughness and to cracks. For the subsequent folding a so-called "relieved flat fold" with an outer radius of approx. 1.75 times the sheet thickness or a drip fold with an outer radius of approx. 2.0 times the sheet thickness is required. However, such folds possess a relatively low clamping force between the parts folded upon each other, so that additional measures are needed to guarantee a lastingly stable connection.

[0005] A procedure for the production of a folded seam connection between an outer metal sheet, which can, in particular, be an aluminum sheet, and an inner metal sheet of a door of a motor vehicle is known from DE 44 45 579 C1. Here, a boundary area of the outer metal, to be folded later on, is first stretched and brought to a thinner wall thickness, before starting the folding process. This procedure is considered very

costly since before the actual folding, the sheet metal must be stretched, which requires a very exact tool control.

[0006] The task of the invention is to provide a folded seam connection by means of which, even when using sheets of aluminum alloys or alloys of comparable elongation at rupture, sharp-edged outer fold radii can be obtained without the risk of material roughness and cracks.

[0007] This task is accomplished through a folded seam connection with the characteristics of claim 1.

[0008] The invention makes available a folded seam connection, which guarantees the formation of smooth component edges or folding edges without any roughness or cracks even when using aluminum alloys or alloys of comparable elongation at rupture. The folded seam connection according to the invention allows the formation of a narrow light gap, i.e., a narrow optical gap between two components produced with the folded seam connection according to the invention. The smaller bending radius that can be achieved according to the invention makes available a greater clamping force for the attachment of an outer metal sheet to an inner metal sheet. The folded seam connection according to the invention can, for instance, be produced in aluminum sheets without requiring any post treatment.

[0009] Preferably, the second partial section of the bending section extends basically in a straight line. Such a configuration can be realized with relatively simple and thus inexpensive tools.

[0010] According to a preferred implementation of the invention, the outer sheet (skin) is made of an aluminum alloy, especially of AlMgO<sub>4</sub>Si1.2, or another naturally

hard aluminum alloy. Such alloys have a low weight and are preferred in automotive construction (design).

[0011] Appropriately, the inner skin is designed as a drawn metal part, in particular made of a steel-magnesium or aluminum alloy, or as a cast piece, in particular as a magnesium or aluminum die cast.

[0012] Preferably, the outer skin is 1 to 1.5 mm thick, in particular 1.25 mm, and the inner skin is 1.8 mm or more, in particular 2 mm or more. Such metal thicknesses are widely used in automobile manufacturing because they exhibit sufficient mechanical strength at a relatively low weight.

[0013] According to another preferred design of the folded seam connection according to the invention, for which separate protection is desirable, in a boundary area located opposite the bending section of the outer skin, the inner skin has a lower thickness than outside this area.

[0014] Thanks to this measure, the attainable bending radii can be further reduced, compared to the technological state-of-the-art.

[0015] Appropriately, the boundary section is limited by means of a step formed in the inner skin. Such a step can easily be made in a metal sheet.

[0016] Appropriately, the bending radius of the outer skin selected for edging and pre-folding corresponds to approx. 2.5 to 4 times, preferably 2.8 to 3.4 times the thickness of the outer skin. This measure allows us to reduce or keep relatively low the bending stress of the material used for the outer skin, so that the material is further deformable or bendable in an especially favorable manner, or has additional so-called deformation reserves.

[0017] Advantageously, after the reduction of the folding radius, the bending radius corresponds to approx. 1.3 to 1.7 times, in particular 1.5 times the thickness of the outer skin.

[0018] Appropriately, the process steps folding of the outer skin and reduction of the folding radius of the outer skin are conducted using a basically angular folding tool whose area impacting the partial section 4b of the bending section 4 of the outer skin forms an angle  $\alpha$  relative to the unbent area of the outer skin. This allows us to easily produce the folded seam connection according to the invention.

[0019] The preferred implementation modes of the invention are described individually based on the included drawing. Shown in it are:

- Figure 1: a schematic side view of a tool layout for the implementation of the process according to the invention at the start of the pre-folding of the outer skin.
- Figure 2: schematic side views of a tool layout during the folding and reduction of the bending radius of the outer skin, whereby figure 2d shows a first preferred implementation mode of the folded seam connection according to the invention; and
- Figure 3: a second preferred implementation of the folded seam connection according to the invention in a side view.

➤  
[0020] Figures 1 and 2d show the sequential steps according to the invention for the production of a folded seam connection, for example for the door of a motor vehicle.

[0021] An already edged outer skin 1 with an edge flange or bridge (hereinafter called bending section 4) and an unbent section 3 lies on a support plate 13 and is fastened by a counter-support plate 14. The edging of the outer skin 1 can, for example, be done using a die (not shown). The outer skin edging radius or bending

radius  $r_a$  is approx. 2.8 to 3.4 times the thickness  $t$  of the outer skin 1. At a skin thickness  $t$  of 1.25 mm, this condition leads to a bending radius of 3.5 to 4.25 mm.

[0022] Subsequently the bending section 4 is tilted to a 135° angle by means of a pre-folding plate 7 that has a run-in surface 7a with a radius  $R_v$  corresponding to approx. 6 times the skin thickness. This condition is shown in figure 2a, whereby in this figure the edged outer skin 1 is already clamped together with the inner skin 2 between the support plate 13 and the counter-support plate 14. Furthermore, in the configuration of figure 2, the pre-folding plate 7 is replaced by an angular folding tool or finish-folding plate 5, by means of which the folding process continues.

[0023] Through the impact of the finish-folding plate on the bending area 4, its end section 4c is bent over further, so that it now is at an angle of approx. 180° relative to the unbent section 3 of the outer skin 1 (figure 2b). This results in an additional bending-radius section 4a following the unbent area. During this deformation, a pure bending stress of the bending area 4 is exerted. The bending radius  $r_a$  basically corresponds to the bending radius  $r_a$  during the edging so that in a further deformation process, the radius must be reduced.

[0024] This radius reduction represents an upsetting stress on the bending section 4, during the course of which the radius  $r_a$  is reduced and the inner edge of bending section 4 rests on the inner skin 2 (figure 2c). If, due to the tangential compressive stresses, this deformation continues, an excess of material forms in the radius area or bending section 4, which leads to an elongation of the bending section 4. The material is, however, simultaneously pushed into the bending area 4 and thereby

forced against a lateral stop of the finish-folding plate 5. This causes additional radial compressive stresses.

[0025] The finish-folding plate 5 has a section 5a, which, relative to the unbent section of the outer skin 1, is on a slant. During the finish-folding process shown in figures 2b to 2d, this section 5a impacts the outer skin 1, so that a section 4b forms between the end section 4c and the bending-radius section 4a, which is slanted relative to section 5a of the finish-folding plate 5. The result is the wedge-like geometry of the folded seam connection according to the invention as depicted in figure 2d.

[0026] In tests it can be shown that the outer folding radius should form freely and need not be worked into the finish-folding plate. For example, the finish-folding plate 5 can be designed with or without stop shoulder 10, which in figure 2a is enclosed by the dashed lines. When using a finish-folding plate 5 with a stop shoulder 10, the stop shoulder determines the size of the component. Through the stop shoulder 10, in addition to the occurring tangential compressive stresses, also radial compressive stresses are introduced in the outer skin 1, whereby the stress of the outer skin is reduced on the fold or in the bending area. This improves the surface quality of the folded outer skin. Without the stop shoulder 10, a free configuration of the outer fold contour and an elongation of the length of the fold by approx. 0.2 mm are achieved.

[0027] Figure 3 shows another implementation mode of a folded seam connection according to the invention, which allows a reduction of the folding radius compared to conventional folded seam connections. Hereby, the thick-walled inner skin 2 is provided with a step 20 so that a boundary section 2a of lower thickness is obtained, on which the bending section (partial section 4c) of the outer skin 1 can rest.

Within the scope of this implementation mode it would also be possible to round off step 20 or make it continuous in order to reduce occurring stress concentrations.

## PATENT CLAIMS

1. Folded seam connection between an outer skin (1) and an inner skin (2), in which the outer skin (1) has an unbent section (3) resting on a first side of the inner skin (2) and a bending section (4) surrounding an edge of the inner skin (2), **characterized in that the bending section (4) has a first partial section (4a) following the unbent section (3) of a bending radius ( $r_a$ ), a second partial section (4b) following the first partial section (4a), which together with the unbent section (3) encloses an angle ( $\alpha$ ) whose apex lies in the area of the first partial section (4a), and a third partial section (4c) directly following the second partial section (4b) running parallel to the unbent section (3) of the outer skin (1) and resting against a second side of the inner skin (2).**
2. Folded seam connection as per claim 1, characterized in that the second partial section (4b) of the bending section (4) extends basically in a straight line.
3. Folded seam connection as per either claim 1 or 2, characterized in that the outer skin (1) is made of an aluminum alloy, in particular AlMgO,0.4Si1.2 or another naturally hard aluminum alloy.
4. Folded seam connection as per any one of the above claims, characterized in that the inner skin (2) is made of a drawn metal-sheet component, in particular of a steel-, magnesium-, or aluminum alloy, or of a die cast in particular a magnesium or aluminum die cast.

5. Folded seam connection as per any one of the above claims, characterized in that the outer skin (1) has a thickness of 1 to 1.5 mm, in particular 1.25 mm, and the inner skin (2) a thickness of 1.8 mm or greater, in particular 2 mm or greater.
6. Folded seam connection according to the generic terms of patent claim 1, characterized in that the thickness of the inner skin (2) is lower in the boundary section (2a) located basically opposite the bending section (4) of the outer skin (1) than outside this area (4).
7. Folded seam connection as per claim 6, characterized by a step (20) delimiting the boundary section (2a) of the inner skin (2).
8. Process for the production of a folded seam connection between an outer skin (1) and an inner skin (2) according to the following steps:
  - Clamping-in the outer skin (1) and the inner skin (2) between a support plate (13) and a counter-support plate (14).
  - Edging and bending the outer skin (1) while maintaining a bending radius that corresponds to approx. 2.8 to 3.4 times its thickness in order to obtain a bending area (4) whose end section 4c is at an angle of approx. 180° relative to the unbent section (3) of the outer skin (1).
  - Reduction of the bending radius by resting the inside edge of the end section (4c) of the bending section (4) on the inner skin (2), so that the outer skin surrounds the inner skin in a wedge-like shape.

**FOLDED SEAM CONNECTION BETWEEN AN OUTER METAL SHEET  
AND AN INNER METAL SHEET**

Folded seam connection between an outer metal sheet (skin) and an inner skin, in which the outer skin has an unbent section resting on a first side of the inner skin and a bending "first cut" enveloping an edge of the inner skin, whereby the bending section has a first partial section of a certain bending radius following the unbent section, a second partial section following the first partial section, which together with the unbent area forms an angle whose apex lies in the area of the first partial section, and a third partial section following the second partial section, running basically parallel to the unbent area of the outer skin and resting on a second side of the inner skin.